第18講　同化：細菌の炭酸同化，窒素同化

■細菌の炭酸同化

◆光合成細菌　…　一部の細菌は光合成によって炭酸同化を行う

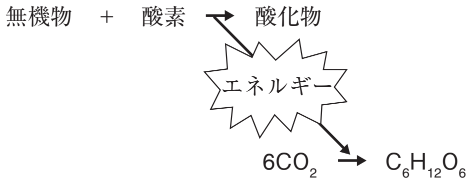
・光合成色素として，バクテリオクロロフィルを利用　　ex　紅色硫黄細菌

・水素源として水ではなく，硫化水素を利用　　　　　　　　緑色硫黄細菌

$$6CO_2 + 12H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12S + 6H_2O$$

◆化学合成細菌　…　一部の細菌は化学合成によって炭酸同化を行う

・無機物の酸化によって生じるエネルギーを用いて，二酸化炭素から糖を合成



ex　亜硝酸菌　　$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$

　　硝酸菌　　　$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$

　　硫黄細菌　　$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2S + 2H_2O$

　　鉄細菌，メタン細菌，水素細菌 など

ⒸRECRUIT HOLDINGS

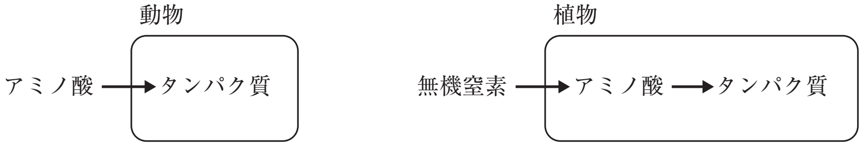
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

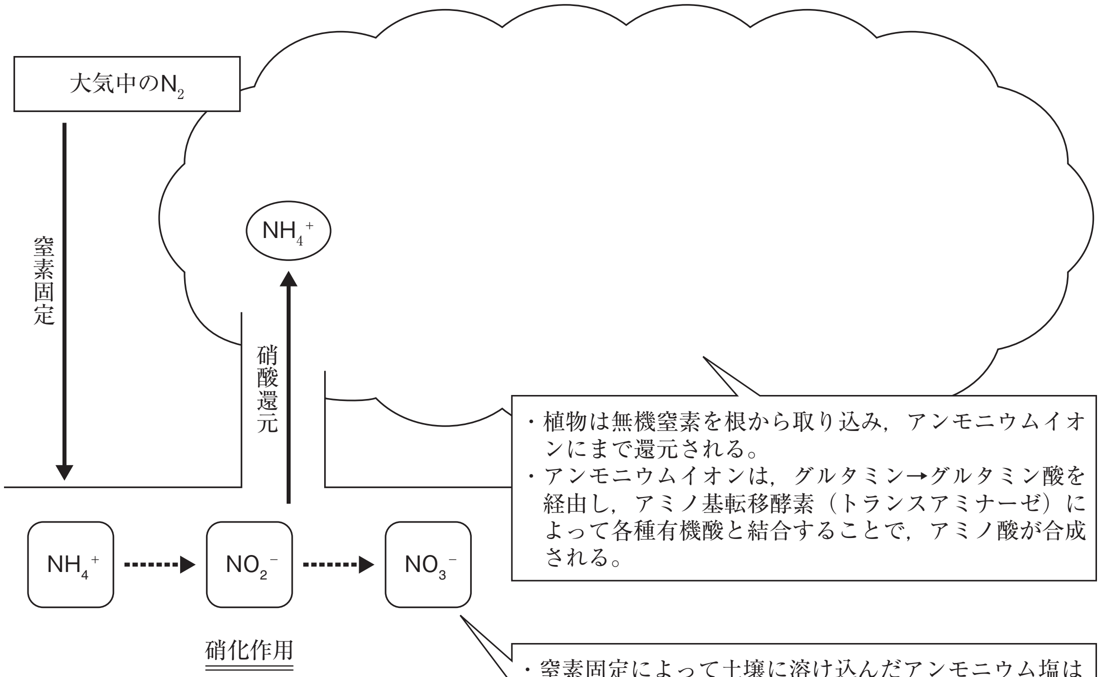
■窒素同化

…　無機窒素から有機窒素，より複雑な窒素化合物の合成

・生物は外部から窒素を取り込み，タンパク質を合成している

・動物はアミノ酸の形で窒素を取り込み，タンパク質を合成，
　植物は無機窒素の形で窒素を取り込み，アミノ酸を合成してからタンパク質合成。





◆窒素固定　…　大気圏から生物圏へのＮの移行，
　　　　　　　　窒素固定細菌によって行われる

酵素：ニトロゲナーゼが触媒

$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[+ATP]{} 2NH_3$（常温，常圧）

窒素固定細菌

ex　根粒菌　…マメ科植物の根に共生
　　アゾトバクター　…好気性細菌
　　クロストリジウム　…嫌気性細菌
　　ネンジュモ　…シアノバクテリア

第18講　演習問題

次の文章を読み，各問いに答えよ。

窒素は生物にとって必須の元素である。生物は窒素を含む物質を取り込み，生体に必要な窒素化合物を合成する。このことを［　ア　］という。

大気中の窒素分子は，［　イ　］細菌により［　ウ　］イオンに変換され，地中に取り込まれる。［　イ　］細菌の中には，根粒菌のように①［　エ　］科植物の根に共生し，こぶ状の根粒を形成するものや，土壌中あるいは水中に単独で存在するものもいる。

［　ウ　］イオンは②亜硝酸菌により亜硝酸イオンに，さらに③硝酸菌により硝酸イオンにまで変換される。また，④動物の排出物や動植物の遺骸に含まれる［　オ　］化合物は，土壌中の⑤菌類などにより分解されて無機窒素化合物になる。

問１　［　ア　］～［　オ　］に適する語句を記せ。

問２　次の微生物(a)～(g)のうち，窒素分子を［　ウ　］イオンに変換することのできるものを２つ選び，記号で答えよ。

(a)　クロストリジウム　　(b)　クロレラ　　(c)　酵母（菌）
(d)　ゾウリムシ　　(e)　大腸菌　　(f)　乳酸菌
(g)　ネンジュモ

問３　根粒菌と［　エ　］科植物の関係は相利共生と呼ばれている。お互いに何を供給しあっているか説明せよ。

問４　硝酸菌と亜硝酸菌による［　ウ　］塩から硝酸塩への変換は，ある物質が外部から十分に供給されないと進行しない。この物質名を答えよ。

問５　下線①～⑤の生物のうち，炭酸同化を行う生物をすべて選び，番号で答えよ。

問６　植物体内におけるアミノ酸合成の第１段階では，多くの場合，［　ウ　］イオンがアミノ酸Ａに結合してアミノ酸Ｂが合成される。アミノ酸Ａ，Ｂの名称を答えよ。

問７　植物が硝酸カリウム10gを吸収し，3.5gのタンパク質を合成した。硝酸カリウムに含まれる窒素のうち，何％がタンパク質に取り込まれたか，小数第１位まで求めよ。割り切れない場合は，小数第２位を四捨五入せよ。ただし，タンパク質中の窒素含量は16％とし，原子量はH＝1，C＝12，N＝14，O＝16，K＝39とする。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問８　問７のような窒素の代謝を調べる実験では，取り込まれた窒素を追跡するために，天然の窒素の主成分とは質量数の異なる同位体を用いることがある。この同位体の質量数を答えよ。

問９　次の物質(a)〜(i)のうち，窒素を含むものをすべて選び，記号で答えよ。

(a)　ADP　(b)　エタノール　(c)　カタラーゼ　(d)　グルコース
(e)　クロロフィル　(f)　シトシン　(g)　デンプン　(h)　伝令RNA
(i)　ピルビン酸

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

微生物の代謝は極めて多種多様である。細菌の中には炭酸同化を行うものがおり，(ア)光合成細菌と化学合成細菌がいる。光合成細菌は（　イ　）という色素を利用しているが，(ウ)植物とは異なる光合成を行う。化学合成細菌は無機物を酸化してエネルギーを得ている。たとえば，亜硝酸菌は（　エ　）イオンを（　オ　）イオンに，硝酸菌は（　オ　）イオンを（　カ　）イオンにする酸化反応でエネルギーを得ている。亜硝酸菌と硝酸菌は合わせて硝化細菌とよばれており，(キ)自然界における窒素の循環に重要な役割を果たしている。

問１　下線部(ア)に関連して，光合成細菌と化学合成細菌の組み合わせとして，最も適切なものを１つ選びなさい。選択肢内の組み合わせは光合成細菌・化学合成細菌の順に示してある。

①　紅色硫黄細菌・ラン藻　②　ラン藻・紅色硫黄細菌
③　硫黄細菌・ラン藻　④　ラン藻・硫黄細菌
⑤　硫黄細菌・鉄細菌　⑥　鉄細菌・硫黄細菌
⑦　紅色硫黄細菌・鉄細菌　⑧　鉄細菌・紅色硫黄細菌

問２　文中の（　イ　）に当てはまる語句として，最も適切なものを１つ選びなさい。

①　クロロフィルａ　②　クロロフィルｂ
③　クロロフィルｃ　④　バイオクロロフィル
⑤　バクテリオクロロフィル

問３　下線部(ウ)に関連して，光合成細菌に関する記述として，**誤りであるもの**を１つ選びなさい。

①　光合成細菌は，光合成の材料として水のかわりに硫化水素などを取り入れ，有機物を合成している。
②　光合成細菌の中には，植物と同様にカルビン－ベンソン回路で二酸化炭素を固定するものもいる。
③　光合成細菌の多くは，温泉や湖沼などで生活する。
④　光合成細菌の光合成では，緑色植物と同様な光化学系はまったく存在しない。
⑤　光合成細菌の光合成は，二酸化炭素を還元する[H]（還元物質としての水素）を水からではなく，硫化水素（H_2S）などから得るため酸素は発生しない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

問４　文中の（　エ　）・（　オ　）・（　カ　）に当てはまる語句の組み合わせとして，最も適切なものを１つ選びなさい。ただし，選択肢内の組み合わせはエ・オ・カの順に示してある。

①　アンモニウム・亜硝酸・硝酸　　②　アンモニウム・硝酸・亜硝酸
③　亜硝酸・硝酸・アンモニウム　　④　亜硝酸・アンモニウム・硝酸
⑤　硝酸・アンモニウム・亜硝酸　　⑥　硝酸・亜硝酸・アンモニウム

問５　下線部(キ)に関連して，窒素固定に関する記述として，**誤りであるもの**を１つ選びなさい。

①　大気中には，約78％もの窒素（N_2）が存在するが，多くの生物はこれを直接利用できない。
②　大気中の窒素（N_2）を利用できる生物は窒素固定菌と呼ばれる細菌だけである。
③　レンゲソウが無機塩類の少ない土地でも生育できるのは，根粒菌が共生しているからである。
④　根粒菌は，大気中の窒素（N_2）を利用して窒素固定を行うが，炭酸同化ができない従属栄養生物である。
⑤　根粒菌は単独で生活しているときには窒素固定を行わない。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　演習問題

問１　ア　窒素同化　イ　窒素固定　ウ　アンモニウム
　　　エ　マメ　オ　有機窒素

問２　(a)，(g)

問３　根粒菌は窒素固定によって得たアンモニウムイオンをマメ科植物に供給し，マメ科植物は光合成などによって得た同化産物を根粒菌に供給している。

問４　酸素

問５　①，②，③

問６　A　グルタミン酸　B　グルタミン

問７　40.4(％)

問８　15

問９　(a)，(c)，(e)，(f)，(h)

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第18講　確認テスト

問１　⑦　　問２　⑤　　問３　④
問４　①　　問５　②

【解説】

問１　光合成細菌は，その名の通り光合成を行う細菌である。代表的な光合成細菌には，緑色硫黄細菌と紅色硫黄細菌などが挙げられる。一方，化学合成細菌は，無機物の酸化によって生じるエネルギーを利用して炭酸同化を行う細菌の仲間で，亜硝酸菌や硝酸菌，硫黄細菌，鉄細菌などが挙げられる。ゆえに，⑦が正解となる。

問２　光合成細菌の光合成色素はバクテリオクロロフィルである。⑤が正解となる。

問３　一般的な植物と光合成細菌が行う光合成との相違点として，一般的な植物が光合成色素としてクロロフィルを用いるのに対して光合成細菌はバクテリオクロロフィルを用いること，一般的な植物が水素源として水を利用し酸素を放出するのに対して，光合成細菌は硫化水素（H_2S）を利用し硫黄を単離することなどが挙げられる。ゆえに光合成細菌は硫化水素を得やすい温泉などに生息している。以上より①③⑤は正しい。また光合成細菌も一般的な植物同様，カルビン・ベンソン回路にて二酸化炭素を固定しているので②も正しい。光合成細菌も光化学系をもっていることから，④が誤りとなる。

問４　代表的な化学合成細菌である亜硝酸菌と硝酸菌の代謝は，詳しく把握しておきたい。

亜硝酸菌　$2NH_3 + 3O_2 \longrightarrow 2HNO_2 + 2H_2O$

硝酸菌　$2HNO_2 + O_2 \longrightarrow 2HNO_3$

それぞれ上記の反応によって生じるエネルギーを用いて，有機物を合成する。ゆえに①が正解となる。

問５　窒素固定とは，空気中の窒素分子を生物が利用しやすいアンモニウムイオンに変換する代謝であり，窒素固定細菌やラン藻など一部の生物のみが行える。②では細菌のみとなっており，ラン藻などが含まれない。ゆえに②が誤りとなる。③について，レンゲソウはマメ科植物であるため根粒菌を共生させて窒素固定を行ってもらうため，土壌に窒素分が少なくても生育できる。④について，根粒菌は従属栄養生物である。マメ科植物と共生することで光合成産物を受け取れるので，根粒菌とマメ科植物は相利共生の関係にある。⑤について，根粒菌は単独では窒素固定は行わないため，これも正しい内容である。

©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。